

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 8 月 5 日 (05.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/065660 A1

- (51) 国際特許分類⁷: C23F 1/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/000296
- (22) 国際出願日: 2004 年 1 月 16 日 (16.01.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-009237 2003 年 1 月 17 日 (17.01.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 凸版印刷株式会社 (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上田 龍二 (UEDA, Ryuji) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 田中 聡 (TANAKA, Satoshi) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo

(JP). 古賀 修 (KOGA, Osamu) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 高城 総夫 (TAKAGI, Fusao) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 松澤 宏 (MATSUZAWA, Hiroshi) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 小野田 祐介 (ONODA, Yusuke) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 赤尾 慎吾 (AKAO, Shingo) [JP/JP]; 〒110-0016 東京都台東区台東 1 丁目 5 番 1 号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).

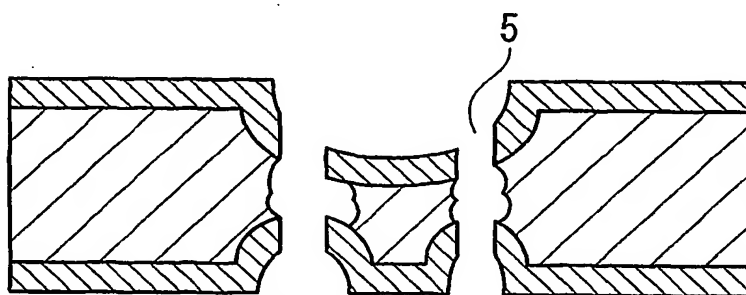
(74) 代理人: 志賀 正武, 外 (SHIGA, Masatake et al.); 〒104-8453 東京都中央区八重洲 2 丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: METAL PHOTO-ETCHING PRODUCT AND PRODUCTION METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称: 金属フォトエッチング製品及びその製造方法



formed by a secondary or subsequent etching.

(57) Abstract: A metal photo-etching product having a processed part provided with a metal pattern that has a side wall by a primary etching on the front layer side of a metal layer, has at least one side wall continuing from the side wall by the primary etching in a film thickness direction and formed by at least one etching step using an electro-deposition resist, and has a shape having a recess different in shape from a recess by the primary etching and

(57) 要約:

加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、一次エッチングによる側壁に膜厚方向に続く、電着レジストを用いた一回以上のエッチングによって形成される、少なくとも一つの側壁を有する、一次エッチングによる凹部とは異なる形状の、二次以降のエッチングによる凹部を有する形状の金属パターンを有する、加工部を有する金属フォトエッチング製品。

WO 2004/065660 A1



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が
可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

金属フォトエッチング製品及びその製造方法

5

技術分野

本発明は、金属フォトエッチング製品及びその製造方法に関する。なお、本出願は、特許出願2003年第009237号を基礎としており、その内容をここに組み込むものとする。

10

背景技術

ウェットエッチング部品を形成するには、通常次のような方法がとられる。鉄系や銅系の金属材料上にアルカリ可溶性フォトレジスト膜を所望するパターンに形成し、その後酸性の塩化第二鉄エッチング液や塩化第二銅エッチング液を用いて、上記フォトレジスト膜から露出している金属部分をエッチングする。このようなエッチング液を使用するウェットエッチング方法では、フォトレジストの開孔部からフォトレジスト膜の直下まで等方的にエッチングが進行する。このため、サイドエッチング（フォトレジスト膜面下へも等方的にエッチングが入った結果、フォトレジスト直下に発生するエッチングが進行した部分）が発生し、微細加工を困難としている。また、上記の等方的なエッチングの進行により、エッチングされた加工部分の断面形状はおよそ半楕円形状となる。上記のような理由から、金属エッチング製品のエッチング部分を高アスペクト比化し、隣り合うパターンとのピッチを狭くすることを希望しても、これを達成できないという問題が発生した。

25

この問題を解決すべく、例えば特開平1-188700号公報に述べられるような方法も挙げられる。この方法では、一次エッチング（ハーフエッチングと言われることもある）した部分の側面を絶縁性の保護膜で保護したのち、再度電解エッチングする。これにより、一次エッチングが施された層の不要部分を除去

して、高密度パターンを形成する。

上記の文献では、一旦一次エッチングした部分（孔部）の全面に、絶縁性保護膜を形成し、その後一次エッチングをした部分の深層部の底部分にあたる箇所の絶縁性保護膜を、酸性液のスプレーだけで溶解させる。このため、金属板の面内
5 で酸性液のスプレーの流れバラツキが出てしまうと、一次エッチング部分内の保護膜に寸法バラツキが生じやすい。特に隣り合うパターンとのピッチが狭い高精細なパターンの場合では、大きな問題が発生する。また高精細なパターンでは、サイドエッチング量が少なく一次フォトレジストの底（表面とエッチング部分の角部に形成された、ひさし部分）が微少であり、このような場合、絶縁性の保護
10 膜がすべて取れてしまうといった問題がある。また一次エッチングによる孔が深くて深度方向にエッチング量の多いパターンを形成する場合では、上記方法では深層部底だけ絶縁性の保護膜を除去することができない。よって、二次エッチングで希望に反して全体的にエッチングが進行してしまう。

また、特公昭58-15537号公報で述べられているような方法もとられる。この方法では、一次エッチングで形成したフォトレジストの底をフォトマスクとして使用し、一次エッチング面に再度コーティングされたポジ型フォトレジストを、露光及び現像する。エッチングが施された層の不要部分は除去され、一次エッチングによって形成された側壁へはポジ型フォトレジストが存在し、高密度パターンが形成される。

上記の方法では、一次エッチングで形成したフォトレジスト底が一部でもカケや垂れが生じてしまうと、その変形を二次エッチングレジストの形状に転写してしまう。よって、シャープな形状が得られず、微細なパターン形成に不向きであり、特に隣り合うパターンとのピッチが狭い高精細なパターンのような場合には、大きな問題が発生する。またこの方法では、一次エッチングで形成された孔
20 に均一に二次フォトレジストをコーティングすることが困難であり、特に高精細なパターンや一次エッチングによる孔が深くてエッチング量の多いパターンには対応できない。

さらにまた、特公昭62-37713号公報に述べられるような方法も挙げられる。この方法では、一次エッチングで形成した面に低分子溶剤系の接着液を充

満させたのち、乾燥する。これにより、軟化したレジストの底を強制的に一次エッチング面に接着させ、被エッチング層の不要部分を除去して、高密度パターンを形成することが行われている。

この方法では、接着液で溶解した一次エッチング用レジストのレジスト成分
5 が、一次エッチング底部にまばらに残留してしまい、次のエッチングがまばらにしか入らなくなる問題や、接着液でレジストの底が膨潤し、乾燥する工程で、底がシャープな形状を再現できない問題が発生する。これらの問題は、面内でのエッチング寸法のバラツキを生じさせる問題である。また、高精細のパターンでは、一次エッチングのレジストの底が微少であるため、接着液による接着剤がす
10 べて蒸発してしまうだけで、底を接着させる効果が得られない。また高アスペクト比の孔を得ようとしても、底の部分しかサイドエッチングが止められないので、一次エッチング孔が深くてエッチング量の多いパターンには対応できない。

以上のように、特許文献記載のような技術では、精度良く、安定的に二次エッチングの加工を行うことが困難であり、また、一次エッチング用レジストがハー
15 フエッチング孔を利用して二次エッチング用レジストを形成するため、一次エッチングと異なる形状の加工を二次エッチング以降で行うことは困難である。

発明の開示

20 本発明の第一の態様は、面内に少なくとも一つの短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部を有し、前記大凹部の少なくとも一つが、その中に一つ以上の凹部を有し、最も小さい小孔の短径が、 $W_2 S$ 、長径を $W_2 L$ 、深さを D_2 であり、

$D_1 + D_2 = \text{板厚} D$ 、及び $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、

25 $0.4 \times D < W_1 S < D$ 、 $0.2 \times D < W_2 S < 0.8 \times D$ である、寸法を有する金属フォトリソエッチング製品である。

本発明の第二の態様は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部と、の組み合わせを有し、 $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、

$0.5 \times W_1 S < D_1 < D$ 、 $0.5 \times W_2 S < D_2 < D$ 、 $1.7 \times W_2 S < W_1 S < 5 \times W_2 S$ 、 $0.5 \times D_2 < D_1 < 1.5 \times D_2$ である寸法を有する金属フォトエッチング製品である。

- 5 本発明の第三の態様は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 s$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部との組み合わせを有し、 $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、

$0.5 \times W_1 S < D_1 \leq D$ 、 $0.5 \times W_2 S < D_2 \leq D$ 、 $W_2 S < W_1 S < 2.0 \times W_2 S$ 、 $0.2 \times D_1 < W_2 S < 0.8 \times D_1$ である寸法を有する金属フォトエッチング製品である。

- 10 本発明の第四の態様は、加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、一次エッチングによる側壁に膜厚方向に続く、電着レジストを用いた一回以上のエッチングによって形成される少なくとも一つの側壁を有する、一次エッチングによる凹部とは異なる形状の、二次以降のエッチングによる凹部を有する形状の金属パターンを有する、加工部を有する金属フォトエッチング製品である。
- 15

- 本発明の第五の態様は、加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、一次エッチングによる側壁に続く、さらに電着レジストを用いた一回以上のエッチングによって形成される、少なくとも一つの側壁を有する、複雑な立体形状の金属パターンを有し、金属パターンの開孔部のエッチングファクター
- 20 が2.6以上である、加工部を有する金属フォトエッチング製品である。

- 本発明の第六の態様は、金属基板を用意して、少なくとも一部にフォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像によりフォトレジスト層に一つ以上の開口部を設ける工程と、一次エッチングを行い前記開口部に対応する凹部を形成する工程とを含み、電着フォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により、少なくとも
- 25 も一つの凹部内にある電着フォトレジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、を含む金属フォトエッチング製品の製造方法である。

本発明の第七の態様は、金属表面にフォトレジストをコートし、第一のフォトマスクを用い露光、現像し開孔部パターンの開孔したフォトレジストを形成し一

次エッチングを行い、一次エッチングで使用したフォトレジストを剥膜後、電着レジストを全面コートし、前次エッチングで製造した一次エッチング孔と第一のフォトマスクとは異なるパターンを有する第二のフォトマスクの位置合わせを行い、次いで平行光源で露光、現像、エッチングすることで、エッチングファクターが2.6以上である開孔寸法に対して孔深いエッチング形状を有すること特徴とする複雑な立体形状を有する金属フォトエッチング製品の製造方法である。

上記の本発明では、二次エッチングまで行うまでにとどまらず、それより高次の段階まで、任意で実施してよい。すなわち、上記方法のあとに上記電着フォトレジスト層を設ける工程と、少なくとも一つの開口部を設ける工程と、エッチングを行う工程とを、複数回さらに繰り返してもよい。

上記第六の態様が、金属基板を用意して、両面にフォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により上面のフォトレジスト層に一つ以上の大きな開口部を設け、裏面のフォトレジスト層に大きな開口部の位置に対応する一つ以上の小さな開口部を設ける工程と、一次エッチングを行い前記開口部に対応する凹部を形成する工程とを含み、

電着フォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により、少なくとも一つの凹部内の、電着フォトレジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、上記3つの工程を繰り返し、表と裏に貫通した穴を得る工程を含む製造方法であってもよい。

また、上記第六の態様が、金属基板を用意して、片面にフォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像によりフォトレジスト層に一つ以上の大きな開口部と小さな開口部を設ける工程と、一次エッチングを行って凹部を形成する工程とを含み、

電着フォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により、大きな凹部と小さな凹部の少なくとも一つの凹部内の電着フォトレジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、上記3つの工程を繰り返す工程を含む製造方法であってもよい。

図面の簡単な説明

- 図 1 Aは、パターン形成されたレジスト層を有する金属基板を示す概略断面図である。
- 5 図 1 Bは、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。
図 1 Cは、基板に形成された電着レジスト層が露光・現像され、パターン形成されたことを示す概略断面図である。
図 1 Dは、二次エッチングが行われたことを示す概略断面図である。
図 1 Eは、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。
- 10 図 1 Fは、図 1 Eの製品のエッチング部分を上部より示した概略上面図である。
図 2 Aは、パターン形成されたレジスト層を有する金属基板を示す概略断面図である。
図 2 Bは、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。
図 2 Cは、小さい凹部の電着レジスト層の選択された部分が露光・現像されたことを示す概略断面図である。
- 15 図 2 Dは、二次エッチングが行われたことを示す概略断面図である。
図 2 Eは、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。
図 2 Fは、図 2 Eの製品のエッチング部分を上部より示した概略上面図である。
図 3 Aはパターン形成されたレジスト層を有する金属基板を示す概略断面図である。
- 20 図 3 Bは、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。
図 3 Cは、大きい凹部の電着レジスト層の選択された部分が露光・現像されたことを示す概略断面図である。
図 3 Dは、二次エッチングが行われたことを示す概略断面図である。
- 25 図 3 Eは、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。
図 3 Fは、図 3 Eの製品のエッチング部分を上部より示した概略上面図である。
図 4 Aは、パターン形成されたレジスト層を有する金属基板を示す概略断面図である。
図 4 Bは、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。

図 4 C は、電着レジスト層の選択された部分が露光・現像されたことを示す概略断面図である。

図 4 D は、二次エッチングが行われたことを示す概略断面図である。

図 4 E は、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。

- 5 図 5 A は、パターン形成されたレジスト層を有する金属基板を示す概略断面図である。

図 5 B は、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。

図 5 C は、得られた、従来技術の製品の概略断面図である。

図 6 A は、図 4 E と同じ概略断面図である。

- 10 図 6 B は、電着レジスト層が形成された金属基板を示す概略断面図である。

図 6 C は、電着レジスト層の選択された部分が露光・現像されたことを示す概略断面図である。

図 6 D は、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。

- 15 図 7 A は、パターン形成されたレジスト層を表と裏に有する金属基板を示す概略断面図である。

図 7 B は、一次エッチングされた金属基板を示す概略断面図である。

図 7 C は、基板に形成された電着レジスト層が露光・現像されたことを示す概略断面図である。

図 7 D は、二次エッチングが行われたことを示す概略断面図である。

- 20 図 7 E は、得られた本発明の製品の形状を示す概略断面図である。

図 8 は、ネガ型電着フォトレジストを使用したときのエッチングを示した概略断面図である。

図 9 A は、一次ポジ型フォトレジストのパターニング表面の形状を示した概略平面図である。

- 25 図 9 B は、一次エッチング工程の表面形状を示した概略平面図である。

図 9 C は、二次ポジ型電着フォトレジストパターニングの表面形状を示した概略平面図である。

図 9 D は、二次エッチング工程の表面形状を示した概略平面図である。

図 10 A は、パターン形成されたポジ型フォトレジスト層を有する金属基板を示

す従来技術の概略断面図である。

図10Bは、一次エッチング工程の断面形状を示す概略断面図である。

図10Cは、フォトリソスト剥膜後の製品を示す概略断面図である。

図11は、絶縁基板上に積層された金属層に、2次エッチング工程で開孔部を設けた、製品を示した概略断面図である。

図12は、本発明の製品の一例を示した平面一部拡大図である。

発明を実施するための最良の形態

10 本発明により、高精度で微細な加工形状の、すなわち断面を見たときアスペクト比が高くかつ高精細なエッチング形状が形成された、金属エッチング部品及びその製造方法が提供される。本発明により、従来の方法では不可能であった複雑な立体形状、特に金属エッチング部分が異形断面である形成が可能となった。ピッチの狭いファインピッチな金属エッチング製品を製造するためにはサイドエッチング量を少なくする必要があるため、深いエッチングができず高アスペクト比な断面形状を有する金属エッチング製品を供給できないといった問題があったが、平滑面を有する金属材料にフォトエッチング法を用いてパターン形成しうる本発明の製品では、これらの問題を克服している。

本発明の金属エッチング製品は、具体的には、高密度プリント配線基板の金属配線やシャドウマスク、リードフレーム、電子、電気部品といった高精細金属エッチング製品として使用可能である。本発明の優れた製品は、それ以外の様々な分野にも利用可能である。

(製品について)

次に本発明の製品を説明する。

25 本発明の製品は、膜厚方向に高アスペクト比の凹部（向こうまでつき抜けぬ穴および／または突き抜ける穴）を形成させた製品である。加工部は、高次のエッチングにより形成され、金属層の凹部壁にはその加工形状を有する。詳しく述べると、加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、さらに、一次エッチングによる側壁に電着フォトリソストを用いたことに起因する、複数

次のエッチングによる少なくとも一つの側壁を有する複雑な立体形状の金属パターンを有する。本発明では、従来では達成できなかった高アスペクト比で、かつ異型断面をもつ製品が提供されるが、ここで述べる異型とは、断面をサイドから見た場合、通常のような単に凹部が形成されたシンプルな形状ではなく、凹部の中にさらに一つ以上の小さな凹部が形成されていたり、大きい凹部と小さな凹部が特定の比率を有して金属基板上に形成されていたり、金属基板の両面または片面に凹部が形成されていたり、といったような、複雑な断面を有し得る型をいう。このような型をもつことにより、例えば多層断面構造を一枚の基板に作りこんだり、孔径が大きく異なっても孔の深さの差を小さくできたり、大きく深い孔と極めて径の小さい孔を共存させるといった優れた特性を示すことができる。本発明の優れた特性はこれらに限定されるわけではない。本発明の製品は、具体的な例としては図12のような形態を有することができる。金属加工基板44の一部分を拡大した部分に非加工部42と、ごく小さい大凹部42が規則正しく形成され、その内部にさらに小さい小孔部41と、それよりさらに小さい小孔部40が形成されている。本発明の製品はこれに限定されるわけではなく、様々な優れた金属フォトリソグラフィ製品を提供するものである。本発明では機械加工では可能でない大面積の微細加工が可能である。本発明では例えば、加工部の面積が $300 \times 300 \sim 2000 \times 2000$ mm、加工部パターンのピッチが微小な $0.05 \sim 0.5$ mmなどの値をとっても可能である。

20 (金属板について)

本発明の製品の製造に使用される金属板は、例えば銅、および銅合金、鉄およびステンレスや鉄-ニッケル等の合金などの板などが使用できる。その中でも鉄-ニッケル合金を使用することが好ましい。金属板の板厚は、 0.01 mm以上 5 mm以下である。好ましくは 0.02 mm以上、 2 mm以下であり、よりこの好ましくは 0.05 mm以上 0.5 mm以下、さらに好ましくは 0.1 mm以上 0.3 mm以下である。また、金属板はアルカリ脱脂、酸洗や化学研磨などの処理を行ってもよい。また平板であること、あるいは平面を有することが好ましいが、曲面を有していても良い。またこのような場合、エッチングは平面に施されても、曲面に施されても良い。

<本発明の第一の態様の製品について>

本発明の第一の態様の製品は、面内に少なくとも一つの短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部を有し、前記大凹部の少なくとも一つが、その中に一つ以上の小凹部を有する。本態様では、最も小さい小孔の短径が、 $W_2 S$ 、長径が $W_2 L$ 、深さが D_2 である。本製品は、大凹部を金属板へどのような配置でも任意に形成できる。全く同じ大凹部が規則正しく縦横に形成されてもよいし、異なる大凹部が規則正しく配置されていてもよい。またランダムに配置されていても良い。また小凹部は、可能な限り大凹部の中でいかなる位置でも形成されることができる。 $D_1 + D_2 =$ 板厚 D である。すなわち、本態様の製品は、大凹部と小凹部によって、金属板を貫通する穴が設けられている。

本態様の製品は、以下の式で規定される寸法の関係性を有する。

$$0.4 \times D < W_1 S < D, 0.2 \times D < W_2 S < 0.8 \times D$$

上記の式はより好ましくは

$$0.4 \times D < W_1 S < 0.9 \times D, 0.2 \times D < W_2 S < 0.65 \times D \text{ である。}$$

またさらに好ましくは、

$$0.4 \times D < W_1 S < 0.8 \times D, 0.2 \times D < W_2 S < 0.5 \times D \text{ である。}$$

本製品の一例は、図1E及び図1Eのエッチング部分を、線A-A'を中心に上面から見た図1Fにて示される。(図1Fは概略図であり実際には上記限定を満たすものとする。)図1Aでは金属材料による基体1と、その両面に設けられた、露光・現像による一つ及び二つの開孔部をそれぞれ有した第一レジスト層2が示されている。図1Bでは、第一エッチングにより、エッチング部分3が形成された様子が示されている。図1Cでは、第一レジスト層2が削除され、第二のレジスト層4に、露光・現像により、所望の開孔部がエッチング部分3上に形成された様子が示されている。図1Dは、第二のエッチングにより、裏表のそれぞれより、基板の開孔が進み、基板を貫通する穴5が形成された様子が示されている。なお大凹部及び小凹部の形状は、図1のような形状をしているが、上記限定をみたせば、他の四角形や他の形など任意に形成し得るものである。また図1Fには一組のエッチング部分しか記載されていないが、実際は一組以上のエッチング部を形成することができる。

<本発明の第二の態様の製品について>

本発明の第二の態様の製品は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部と、の組み合わせを有する。なお上記大凹部と小凹部は、どちらも底部を有し、金属板を貫通するものではない。これらの凹部は互いに金属の表面に任意の向きで共存してよい。本製品は可能な限り、大凹部及び小凹部を金属板上へどのような配置でも、任意に形成できる。全く同じ大凹部及び小凹部の組が規則正しく形成されてもよいし、互いに異なる大凹部及び小凹部の組が規則正しく配置されていてもよい。またランダムに配置されていても良い。どのような配置でもよい。本態様の製品は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 s$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部との組み合わせを有し、以下の式で規定される寸法の間を有する。

$$0.5 \times W_1 S < D_1 < D, 0.5 \times W_2 S < D_2 < D, 1.7 \times W_2 S < W_1 S < 5 \times W_2 S, 0.5 \times D_2 < D_1 < 1.5 \times D_2$$

好ましくは、上記関係は以下の式で規定される。

$$0.5 \times W_1 S < D_1 < D, 0.5 \times W_2 S < D_2 < D, 2.2 \times W_2 S < W_1 S < 5 \times W_2 S, 0.5 \times D_2 < D_1 < 1.3 \times D_2$$

さらに好ましくは、以下の式で規定される。

$$0.5 \times W_1 S < D_1 < D, 0.5 \times W_2 S < D_2 < D, 2.7 \times W_2 S < W_1 S < 5 \times W_2 S, 0.5 \times D_2 < D_1 < 1.1 \times D_2$$

本製品の一例は、図2E、及び図2Eのエッチング部分を線B-B'を中心に上面から見た図2Fにて示される。(なお図2Fは概略図であり、実際には上記限定を満たすものとする。)図2Aでは金属材料による基体1と、その片面に設けられた、露光・現像により所望の二つの開孔部を有した第一レジスト層2が示されている。図2Bでは、第一エッチングにより、大と小の二つのエッチング部分3が形成された様子が示されている。図2Cでは、第一レジスト層2が削除され、第二のレジスト層4が形成され、その後、露光・現像により、所望の開孔部7が、小さいほうのエッチング部分3上に形成された様子を示されている。図2Dは、第二のエッチングにより、開孔部7に起因するエッチング部分が形成され

ている。図 2 E では、第二レジスト層 4 が削除され、エッチング製品が形成されている。なお大凹部及び小凹部の形状は図 2 のよう四角形の形状をしているが、上記限定を満たせば、他の四角形や他の形など任意に形成し得るものである。

<本発明の第三の態様の製品について>

- 5 本発明の第三の態様の製品は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部と、の組み合わせを有する。なお上記大凹部及び小凹部は、金属板を貫通してもよく、またしなくてもよい。これらの凹部は互いに任意の向きで共存してよい。本製品は可能な限り、大凹部及び小凹部を金属板上へどのような配置でも、任意に形成で
- 10 きる。全く同じ大凹部及び小凹部の組が規則正しく形成されてもよいし、互いに異なる大凹部及び小凹部の組が規則正しく配置されていてもよい。またランダムに配置されていても良い。本態様の製品は、面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部との組み合わせを有し、以下の式で規定される寸法の関係性を有する。

- 15 $0.5 \times W_1 S < D_1 \leq D$ 、 $0.5 \times W_2 S < D_2 \leq D$ 、 $W_2 S < W_1 S < 2.0 \times W_2 S$ 、 $0.2 \times D_1 < W_2 S < 0.8 \times D_1$

上記関係は、好ましくは以下の式で規定される。

$$0.5 \times W_1 S < D_1 \leq D, 0.5 \times W_2 S < D_2 \leq D, W_2 S < W_1 S < 1.8 \times W_2 S, 0.2 \times D_1 < W_2 S < 0.6 \times D_1$$

- 20 さらに好ましくは、以下の式で規定される。

$$0.5 \times W_1 S < D_1 \leq D, 0.5 \times W_2 S < D_2 \leq D, W_2 S < W_1 S < 1.6 \times W_2 S, 0.2 \times D_1 < W_2 S < 0.4 \times D_1$$

- 本製品の一例は、図 3 E 及び図 3 E のエッチング部分を線 C-C' を中心に上面から見た図 3 F にて示される。(図 3 F は概略図であり、実際には上記限定を
- 25 満たすものとする。) 図 3 A では金属材料による基体 1 と、その片面に設けられた、露光・現像により所望の二つの開孔部を有した第一レジスト層 2 が示されている。図 3 B では、第一エッチングにより、二つのエッチング部分 3 が形成された様子が示されている。図 3 C では、第一レジスト層 2 が削除され、第二のレジスト層 4 が形成され、その後、露光・現像により、所望の開孔部 7 が、大きいほ

うのエッチング部分 3 上に形成された様子を示されている。図 3 D は、第二のエッチングにより、開孔部 7 に起因するエッチング部分が形成されている。図 3 E では、第二レジスト層 4 が削除され、エッチング製品が形成されている。なお大凹部及び小凹部の形状は図 3 のよう四角形の形状をしているが、上記限定を満たせば、他の四角形や他の形など任意に形成し得るものである。

＜本発明の製品のその他の特徴について＞

本発明の金属エッチング製品においては、金属パターンが、金属層の表層側に開孔部の一次エッチングによる側壁を有し、深層側に電着フォトレジストを用いた二次エッチングによる側壁を有する場合、該金属パターンの少なくとも一つの開孔部（凹部）のエッチングファクターが 2.6 以上であることも好ましい。孔開孔寸法に対して孔深いエッチング形状を有することで優れた特性を提供できる。発明者等の実験では、フォトレジスト開孔径 10 μm 以上のフォトレジストパターンでは、一次エッチングだけではフォトレジスト直下でのサイドエッチングが進行するため、エッチングファクターは最大でも 2.6 未満程度であった。

しかしながら、本発明の製品の一例では、一次フォトレジスト開孔径 260 μm パターンで、電着フォトレジストを用いた二次エッチングによってエッチングファクター 6.9 が提供される。

ここでエッチングファクター（以下 E F）について説明すると、一次エッチング工程で一次エッチングされる金属層の開孔寸法（短径）と、該開孔部に掛かる 1 次エッチング用フォトレジストの開孔寸法との寸法差を半分にしたサイドエッチ量（以下 S E）と、エッチングされた深さ寸法（以下 E D）とで式 1 に示すように規定される。

$$E F = E D / S E$$

なお 2 次以降のエッチングが行われている場合、エッチング寸法は最高次の値を用いて計算することができる。

本発明の製品は、図 1 1 のように絶縁基板の上に設けられた金属層を有するようなものであってもいいが、このように金属層を凹部が貫通している場合には以下のように考える。図 1 1 は、絶縁基板 3 7 上に積層された金属層 3 5 に、2 次エッチング工程で開孔部 3 6 が設けられた金属エッチング製品を、断面で示した

部分説明図である。

二次以上のエッチングを実施した金属層 3 5 の開孔部 3 6 の ED や SE は開孔部 3 6 の中心を垂直に切断し、切断面の断面から計測することができる。図に示されるように、絶縁基板 3 7 上に至るまで開孔部 3 6 を設けたり、金属層 3 5 に
5 貫通孔を設けたりした場合などのように、金属層 3 5 の開孔部 3 6 の深層部底の形状 3 8 が曲面を描かず、一部欠けている場合は、底の曲線を外挿して、すなわち ED を推定して値を得ることができる。

このように本発明では、金属基板の両面からエッチングして、ほぼ垂直な貫通孔を作製してもよいし、金属基板を非エッチング性の基板に貼り付けた金属箔の
10 片側からエッチングして、高アスペクト比な金属配線パターンを形成してもよい。

(製造方法について)

以下本発明の製造方法について詳細に説明する。

本発明の複雑な立体形状を有する金属エッチング製品の製造方法では、第一の
15 フォトマスクとそれ以降の露光工程で用いられるフォトマスクのパターン形状を変えることにより、立体的で複雑なエッチング形状を可能する。また、1 回の露光工程で用いられるフォトマスクのパターン形状を表裏で異なるものとする
ことで、部分的に金属板厚が異なるなどのより複雑な立体形状を形成することを可能とする。

20 上記に述べた本発明の製品は、所望する複雑な形状を得るために、電着フォトレジストを使用して、二次以上の複数回エッチング工程を経て得ることができる。深度方向への異方性の高いエッチングをして、高アスペクト比の貫通孔を形成させ、高アスペクト比かつ高精細な金属パターンを形成させる。

本発明の製品を得る為には、少なくともエッチングが n 次まで (n は 2 以上の
25 複数)、すなわち複数回に分けて行われる。好ましくは製造費用的な観点から 3 回までである。以下に述べられる第二のエッチングのための工程を、条件を同じで、あるいは変えて、複数回繰り返してよい。しかしながら少なくとも一回は変えることが好ましい。所定の部分に連続して行われる n 次と $n+1$ 次のエッチングで
使用できるフォトマスクは、同じであっても、違っていても良いが、 $n+1$

次のマスクによる露光部分が n 次よりも小さいものを使用することが好ましい。
まず最初に、金属基体の表面の少なくとも一つの面または一部に、フォトレジストがコートされ、レジスト膜形成が行われる。その後、開孔部パターンが形成される。すなわち、レジスト膜の所望の位置への露光および現像が行われた結果、
5 所望の位置のレジスト膜が取り去られる。すなわちレジストが開孔部パターンで開孔し、金属表面が露出する。この後、一次エッチングが行われ、金属表層に側壁を有する凹部が設けられる。このあとにレジスト膜を剥離する工程を含んでも良い。次に、深層部底のみ開孔した電着フォトレジストパターンが形成される。すなわち、凹部が形成された金属基体上に、第二回目のレジスト膜形成が電着で行われ、前回とは異なっていることが好ましい形状及び／または条件で、所望の位置へと露光・現像が行われる。この後に、二次エッチングが行われる。この結果、前記凹部内部に、再び凹部が形成される。このように深層部底だけのエッチングを繰り返すことにより、アスペクト比は高くなってゆく。

(凹部の製造例)

15 複雑な立体形状を有する金属エッチング製品の製造方法の例として、以下のような方法が挙げられる。基板に少なくとも一回のエッチングで大きな凹部を形成して、その中に少なくとも一回のエッチングで少なくとも一つの小さな凹部を形成する方法、基板上に二回以上のエッチングによる小さな凹部と一回のエッチングによる大きな凹部とを形成する方法、またはその逆の方法、基板の一方の側から
20 らの少なくとも一回のエッチングで大きな凹部を形成し、基板の反対側からの少なくとも一回のエッチングで小さな凹部を形成し貫通部を形成する方法、などがある。貫通部と凹部の両方が基板上に共に存在するように製造することができる。

上記の方法では、金属表面にフォトレジストをコートし、マスク等を使用する
25 露光と現像を行い、開孔部が形成されたパターンを形成し、その後、一次エッチングが行われる。これ以降の、二次エッチング以後の工程では、一次エッチングとは異なってよい所望の位置に、開孔する電着フォトレジストパターンを形成できる。すなわち、電着膜形成、所望の位置の露光、現像、エッチングを繰り返し行い、複雑なエッチング加工形状を形成できる。また、平滑な金属材料表面にフ

ォトリソグラフィ法にてパターン形成する場合、所望するパターンの形成された
フォトマスクを用いて、厚み10 μ m程度のレジストパターンを形成できる。

(第一フォトレジストの種類とレジスト付加の方法について)

一次エッチングの前にはフォトレジストが、基板の少なくとも一部または一面
5 に付加される。一次エッチング工程で使用されるレジストには、ナフトキノンア
ジド系やノボラック樹脂系のポジ型フォトレジストや重クロム酸系やポリケイ皮
酸ビニル系や環化ゴムアジド系などのネガ型フォトレジストを用いることができ
る。また一次エッチングからポジ型やネガ型の電着フォトレジストを使用しても
よい。レジストの厚さは、耐エッチング性や解像度という観点から3 μ m以上3
10 0 μ m以下、好ましくは5 μ m以上20 μ m以下であることがこのましい。液状
フォトレジストのコーティングの場合には、スピンコーター、ロールコーター、
ディップコーターなど通常使用されるフォトレジストコート方法を用いることが
できる。ドライフィルムレジストを用いる場合には、ラミネーターが用いられ
る。また、印刷レジストをパターン印刷しても良い。これらの中でも、前記フォ
15 トレジストを用いることが微細加工の観点から好ましい。

(一次エッチングの前に行われる露光および現像について)

一次エッチングの前には、フォトレジストに対して所望の位置に露光および現
像が行われる。露光には第一のフォトマスクを用いることができ、その後現像を
行うと、所望するレジストパターンが得られる。金属表面にフォトレジストがコ
20 ートされているので、露光と現像によって、開孔部パターンで開孔したフォトレ
ジストが形成される。露光は1回で行っても良く複数回に分けて行っても良い。

露光の方法や条件としては、平行光源、拡散光源、コンタクト露光や投影露光
などが挙げられる。現像の方法や条件としてはスプレー現像やディップ現像など
が挙げられる。露光、現像の条件はどのようなものも任意に選択可能であるが、
25 露光は平行光源、現像はスプレーで行われることが微細加工の観点から好まし
い。

(一次エッチングについて)

レジストパターンが得られた後、一次エッチングが行われる。この工程によっ
て一次エッチング形状(ハーフエッチング形状)が形成される。エッチング剤と

しては、塩化第二鉄液、塩化第二銅液などが挙げられる。エッチング液が供給される方法は任意であり、スプレー法、パドル法、ディップ法や噴流法、などが挙げられるが、スプレー法によることが好ましい。

(第一フォトレジストの剥離について)

- 5 次回のフォトレジストを形成する前に、一次エッチング工程で使用した金属材料に付着しているフォトレジストは、剥膜してよい。剥離の方法や条件は任意である。熱アルカリ溶液、有機溶剤及びその混合物等のレジスト剥離液を用いて剥膜してもよい。また、スプレー法、ディップ法などが挙げられ、アルカリを用いたスプレー法が好ましい。

- 10 (一次エッチング以降のレジスト形成について)

一次エッチングが行われた金属基体上に、電着による二次レジストが形成される。二次以降のレジストの形成するには、液状フォトレジストやドライフィルムレジストでは、エッチング面を有する凹凸のある金属層に、均一な膜厚でレジストをコーティングするのはほぼ不可能である。液体フォトレジストを使用すると、
15 一次エッチングによる凹部の表面に二次エッチングに使用するフォトレジストをコーティングするときに、一次エッチング孔部にフォトレジスト液が溜まりやすい。よって、均一な膜厚のフォトレジストを形成できない問題がある。またドライフィルムレジストは一次エッチング面（特に凹部）に上手く貼り付けることができない問題がある。

- 20 従って、電着法が用いられる。電着フォトレジストは一次エッチングによって凹凸の生じた金属表面に対して均一な膜厚で電着によりコーティングされる。電着レジストは、基板の全面をコートしてもよく、また特定の面や部分のみを選択してコートしてもよい。電着フォトレジストの膜厚は $20\mu\text{m}$ 以下程度、好ましくは $8\mu\text{m}$ 前後である。膜厚は、材料自体の誘電率と電着条件により制御できるが、
25 サイドエッチングによって生成する底の機械的強度の問題から $2\mu\text{m}$ 以上の膜厚が好ましく、高精細パターンを形成するためには $10\mu\text{m}$ 以下の膜厚が好ましい。

ここで、二次エッチングに使用する電着フォトレジスト材には、ポジ型電着フォトレジストが望ましい。ネガ型電着フォトレジストでも使用できなくはない

が、以下に示すように不具合が生じる。

図8は、金属材料の、ネガ型電着フォトレジストを使用したときの、エッチング工程を断面で示した部分説明図である。一次エッチングされてハーフエッチング孔の表層部が逆テーパになった状態が示されている。図8で、一次エッチング工程で形成されたハーフエッチング状をもつ金属材料21に、ネガ型電着レジスト22が塗布されている。金属材料21の表面には、ネガ型フォトマスク24が設置され、ネガ型フォトマスク24の上方から光25が照射されている。孔の中央部ではマスクによって光が遮られている。ここで一次エッチングされて孔の表層部が逆テーパになったため、露光できないネガ型電着レジスト部分23が生じている。図に示すように一次エッチング量が多くハーフエッチング面の表層部が逆テーパ状になっていると（レジスト部分23）、二次フォトレジストにネガ型フォトレジストを使用した場合、ハーフエッチング面の表層部の必要部分を露光することができない。よってポジ型電着フォトレジストを用いることが好ましい。

15 (第二の露光、現像について)

次いで、電着フォトレジストへの露光、現像を行うことができる。露光では、第一のフォトマスクと異なる第二のフォトマスクを用いることができる。上記処理により、一次エッチング工程でのハーフエッチング壁の所望箇所にのみ金属面を露出させる。マスクは、第一のフォトマスクとは異なるパターンを有する第二のフォトマスクが使用されることが好ましい。また、ポジ型電着レジストが使用される場合は、第二のフォトマスクは第一のフォトマスクより露光できるサイズが小さいことが好ましい。前次エッチングで製造した一次エッチング孔と第一のフォトマスクとは異なるパターンを有する第二のフォトマスクの位置合わせを行い、露光を行うことが好ましい。露光は上部からの平行光源を用いて行われることが好ましいが、条件によってはこの限りではない。第二のフォトマスクを用いる場合、プロキシミティ露光法、ソフトコンタクト法や投影露光法を用いても良い。この場合、前次エッチング工程での一次エッチングされた孔あるいは凸部とアライメントを合わせて平行紫外線光にて露光し、現像できる。

なお、第二より高次の段階のフォトマスクとして第一のフォトマスクと異なるパ

ターン形状を用いることもできる。前次エッチングで使用したフォトマスクと開孔パターンの異なるフォトマスクを用い、前次エッチング孔または凹部とフォトマスクの位置合わせを行い、次いで露光、現像することができる。二次、三次、それ以降というように何段階にも分けて上記に述べられた工程らを繰り返すことができるが、この場合、所望のパターンを形成できるよう互いに異なるフォトマスクを選択し露光を行うことができる。ポジ型電着レジストの場合、高次になるほど穴が小さくなるような、露光部分が小さくなるようなマスクを選択することも好ましい。すなわち、次数が上がるほど露光によって設けられる開口部が小さくなることが好ましい。これらの方法により、所望の位置に的確に加工形状を形成することも可能である。二次エッチングでは、一次エッチングによる凹部とフォトマスクの位置合わせを行い、次いで平行光源で露光、現像してもよい。その次元ごとに異なる電着フォトレジスト開孔形状を作製し、エッチングを行うことができるので、高次電着フォトレジストパターンをフォトマスクのパターン形状通り忠実に再現させて、かつレジストエッジ形状をシャープにさせ、金属エッジ形状がシャープなエッチング形状を得ることができる。

(第二のエッチングについて)

上記の現像後、二次エッチング工程を行う。二次エッチング工程以降では、電着工程が取り入れられていることにより、金属材料表面のサイドエッチングを防ぎつつ、所望の箇所にエッチングをして、複雑で高精細な金属パターン加工形状を形成する。二次エッチングは、一次エッチング工程と同様に行っても良いし、異なってもよい。例えば、一次エッチングのように、塩化第二鉄液や塩化第二銅液といったエッチング液スプレーでエッチングする。その結果、複雑な立体形状を持つ金属エッチング製品を得る。

本発明では、二次エッチング工程までに限らず、二回以上の複数回のエッチング工程も行うことが可能である。例えば、三次、四次、五次といったエッチングを重ねることにより、よりアスペクト比の高いエッチング製品を得ることも可能である。 $n+1$ 次エッチング工程では、前次の n 次エッチング孔または凹部の表面でのサイドエッチングを防止する。すなわち、サイドは電着膜で保護し、所望の加工部分のみのエッチングを進行させる。

なお、エッチングは、金属板の片面のみに行うことも、両面行うことも可能である。また両面を行う場合、表面と裏面で、エッチングの回数を変えても良い。このように露光・現像・エッチングを行う回数、順番、位置は任意であり、よって様々な優れた製品を得ることができる。

5 (電着フォトレジストの除去について)

上記エッチングの後に、電着フォトレジストを剥膜してもよい。このとき、剥膜のためには、熱アルカリ、有機溶剤等を使用できるが、その中でも、3 w t % 苛性ソーダ水溶液を使用することが好ましい。また剥膜温度は、任意であるが、剥離速度の観点から高温であることが好ましく、3 w t % 苛性ソーダ水溶液を使用する場合、60℃程度で行われるのが最も好ましい。このようにして、複雑なエッチング形状を有する金属エッチング製品を完成させる。

(エッチングの角部について)

レジストパターンが矩形である場合、角部にサイドエッチングの影響がある。図9Aに示されるように金属材料基板26に、矩形の角を有する一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジストパターン27を形成し、一次エッチングを行
15 うと、図9Bに示されるように、一次エッチング工程で形成された一次エッチング凹部28に加え、一次エッチング工程で形成された凹部のサイドエッチング部29が形成される。すなわち、エッチング形状は上記フォトレジストの矩形の角を中心とする半径SEの角丸（直角でなく曲線を描く角）の矩形になってしまう。
20 角丸の程度を軽減するため、二次エッチング以降の電着フォトレジストでは、角を強調したフォトマスクを用いる。図9Cには、前記フォトマスクの使用によって形成された、二次エッチング工程のための金属材料露出部30と、ポジ型電着フォトレジストコーティング部31と、一次エッチング工程で形成された一次エッチング凹部上にコーティングされたポジ型電着フォトレジストコーティング部
25 32が示されている。半径SEの角丸の中央を始点とする、サイドエッチング部29の辺に平行に走るラインまで、電着レジストが電着されている。角丸の所望する部分にも、任意にポジ型電着フォトレジストを付与することにより、より高いアスペクト比が得られる。図9Dでは、二次エッチング工程により矩形の角丸が小さくなった部位33が示されている。このように、エッチング形状を制御す

ることにより、エッチングファクターが2.6以上である、孔開孔寸法に対して孔深いエッチング形状を有する金属エッチング製品を製造方法できる。

(その他)

片側エッチングの場合、エッチング開孔径は板厚の約200%が限界である
5 が、本発明の方法によれば0.01~5mmの板厚において板厚の40~160%で、好ましくは40~130%で、よりこのましくは40~100%で開孔できる。開孔できる。また両面エッチングの場合、エッチング開孔径は板厚の約100%が限界であるが、本発明によれば0.05~10mmの板厚において板厚の20~80%で、好ましくは20~65%で、より好ましくは20~50%
10 で開孔できる。さらに本発明によれば、二次エッチング工程以降の原版設計補正の取り方によって、エッチング断面形状をテーパ形状や段差形状にすることも可能となり、単純な垂直断面だけでなく、エッチング形状の三次元的な制御が可能となる。

実施例

15 以下請求項に基づく実施例1、2および実施例3には、複雑な立体形状を有するエッチング加工形状の作製方法を示している。

比較例1には、従来の一段エッチングによる金属基板のエッチングを示した。実施例1と比較して分かるように、エッチング加工部の断面形状は半楕円形状となる。

20 <実施例1>

図4Aから図4Eは、本実施例1の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み500 μ mの鉄系の金属材料基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジストのPMER P-RH300PM(東京応化工業製)を膜厚10 μ mでコーティングした。次いで、ピッチ350 \times 1000 μ mで260 \times 860 μ m
25 mのスロットパターンが開孔された第一のフォトマスクを介して紫外線を露光した。ついで、アルカリ水溶液のスプレー現像で、第一のフォトマスクと同寸法の一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジスト2のパターンを形成した(図4A)。

一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を50℃、0.3MPa

にてサイドエッチングが $20\mu\text{m}$ 進行するまでスプレーエッチングして、一次エッチング後のハーフエッチング部3が形成された(図4B)。その後、水洗後 60°C 、 $3\text{wt}\%$ の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストを剥膜した。

- 5 次いで、ポジ型電着フォトレジスト4(ゾンネEDUV P-500、関西ペイント製)を膜厚 $8\mu\text{m}$ でコーティングした。次いでピッチ $350\times 1000\mu\text{m}$ で $260\times 860\mu\text{m}$ のスロットパターンが開孔され、さらにスポットパターン内に $180\times 780\mu\text{m}$ の長方形の遮光部を有する第二のフォトマスクを介して露光をおこなった。露光は $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ で行われ、 140°C 、 15min 熱処理後、 35°C 、 $1\text{wt}\%$ の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像した(図4C)。

- さらに二次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3MPa にてスプレーエッチングして、エッチング部分8をえた(図4D参照)。その後、レジストを剥膜し、板厚 $500\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の寸法Aが $300\times 900\mu\text{m}$ 、加工底面突起部9の寸法が $160\times 760\mu\text{m}$ である立体的な形状が作製できた(図4E)。

<比較例1>

- 図5Aから図5Cは、比較例1の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み $500\mu\text{m}$ の鉄系の金属材料基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジストのPMER P-RH300PM(東京応化工業製)を膜厚 $10\mu\text{m}$ で両面コーティングした。次いで、ピッチ $350\times 1000\mu\text{m}$ で $260\times 860\mu\text{m}$ スロットパターンが開孔されたフォトマスクを介して紫外線を露光し、アルカリ水溶液のスプレー現像で、フォトマスクと同寸法のポジ型フォトレジストパターン2を形成した(図5A)。

- 25 一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3MPa にてスプレーエッチングした(図5B)。水洗後 60°C 、 $3\text{wt}\%$ の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストパターンを剥膜し、板厚 $500\mu\text{m}$ 、金属表面での開口寸法が $300\times 900\mu\text{m}$ である断面形状が半楕円形のハーフエッチング凹部3が作製できた(図5C)。

このように従来の製造方法では、複雑な立体形状は形成できない。

<実施例 2>

図 6 A から図 6 D は、本実施例 2 の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。実施例 1 で形成した加工底面突起部 9 を有する立体的な形状上 (図 6 A)

- 5 にポジ型電着フォトレジスト 3 (ゾンネ EDUV P-500、関西ペイント製) を膜厚 $2\mu\text{m}$ でコーティングした。次いでピッチ $350\times 1000\mu\text{m}$ で $100\times 700\mu\text{m}$ のスロットパターンに開口し、加工底面突起部 9 中央に開口したスロットパターンが配されるようにアライメントされた第三のフォトマスクを介して $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ で露光し、 140°C 、 15min 熱処理後、3
- 10 5°C 、 $1\text{wt}\%$ の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像した (図 6 B)。

- さらに三次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3MPa にてスプレーエッチングした (図 6 C)。この後レジストを剥膜し、板厚 $500\mu\text{m}$ 、金属表面での開口寸法が $300\times 900\mu\text{m}$ 、加工底面突起部 9 寸法が $160\times 760\mu\text{m}$ 、加工底面突起部に形成した三次エッチング部分 1
- 15 1 の加工底面突起部上面での寸法が $130\times 730\mu\text{m}$ である立体的な形状が作製できた (図 6 D)。

<実施例 3>

図 7 A から図 7 E は、本実施例 3 の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み $500\mu\text{m}$ の鉄系の金属材料基板 1 をアルカリ脱脂し、ポジ型フォ

- 20 レジスト (PMER P-RH300PM、東京応化工業製) を膜厚 $10\mu\text{m}$ でコーティングした。次いで、片側面 A である金属表面 12 にピッチ $350\times 1000\mu\text{m}$ で $260\times 860\mu\text{m}$ のスロットパターンが開孔された第一のフォトマスク A を、他方の片側面 B の金属表面 13 にピッチ $700\times 1000\mu\text{m}$ で $610\times 860\mu\text{m}$ のスロットパターンが開孔された第一のフォトマスク B
- 25 を介して紫外線を露光した。ついで、アルカリ水溶液のスプレー現像で、第一のフォトマスクと同寸法のポジ型フォトレジストパターン 2 を形成した (図 7 A)。

一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3MPa にてサイドエッチングが $20\mu\text{m}$ 進行するまでスプレーエッチングし (図 7

B)、水洗後60℃、3wt%の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストを剥膜した。その際の金属表面よりの深さ14は50μmであった。

次いで、ポジ型電着フォトレジスト15 (ゾンネEDUV P-500、関西ペイント製)を膜厚8μmでコーティングした。次いで両方の金属表面12、13に、ピッチ350×1000μmで260×860μmのスロットパターンが開孔された第二のフォトマスクを介して、150mJ/cm²で露光し、140℃、15minの熱処理後、35℃、1wt%の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像した(図7C)。

さらに二次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を50℃、0.3MPaにてスプレーエッチングした(図7D)。レジストを剥膜し、板厚500μm、金属表面Aでの開口16の寸法が300×900μm、金属表面Bでの開口17の寸法が650×900μm、加工底面突起部の金属表面Bよりの深さ19が50μm、貫通部分20の寸法が280×880μmである立体的な形状が作製できた(図7E)。

15 <比較例2>

比較例2には、従来の一段エッチングによる金属基板の両面からのエッチングを示した。実施例と比較して分かるように、同じピッチでエッチングするには、板厚を半分以下にする必要がある。

図10Aから10Cは、比較例1の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み200μmの鉄系の金属材料材基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジスト(PMER P-RH300PM、東京応化工業製)を膜厚10μmで両面コーティングした。次いで、ピッチ350×1000μmで260×860μmスロットパターンが開孔されたフォトマスクを介して紫外線を露光し、アルカリ水溶液のスプレー現像で、フォトマスクと同寸法のポジ型フォトレジストパターン2を形成した(図10A)。

一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を50℃、0.3MPaにてSEが20μmまで進行するまでスプレーエッチングし(図10B)、水洗後60℃、3wt%の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストパターンを剥膜し、片側でのEFが2.6で形成される板厚200μm、300×9

00 μm スロットパターンの貫通孔34が作製された(図10C)。このように従来の製造方法では、板厚の薄いものしかできない。

<実施例4>

図1Aから図1Eは、本実施例4の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み500 μm の鉄系の金属材料基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジストのPMER P-RH300PM(東京応化工業製)を膜厚10 μm で両面コーティングした。次いで、ピッチ800 \times 260 μm で710 \times 170 μm のスロットパターンが開孔された第一のフォトマスクを介して表面に紫外線を露光した。また、ピッチ400 \times 260 μm で170 \times 170 μm のスロットパターンが開孔された第二のフォトマスクを介して裏面に紫外線を露光した。次いで、アルカリ水溶液のスプレー現像で、第一のフォトマスクと同寸法の一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジスト2のパターンを表面に、第二のフォトマスクと同寸法の一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジスト2のパターンを裏面に形成した(図1A)。

一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を50 $^{\circ}\text{C}$ 、0.3MPaにてサイドエッチングが20 μm 進行するまでスプレーエッチングして、一次エッチング後のハーフエッチング部3が形成された(図1B)。ここで表面側のハーフエッチング部は、裏面のハーフエッチング部と比べ、径、深さとも大きい。その後、水洗後60 $^{\circ}\text{C}$ 、3wt%の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストを剥膜した。

次いで、ポジ型電着フォトレジスト4.(ゾンネEDUV P-500、関西ペイント製)を膜厚8 μm でコーティングした。次いでピッチ800 \times 260 μm で740 \times 200 μm のスロットパターンが開孔され、さらにスロットパターン内に200 \times 200 μm の長方形の遮光部を有する第三のフォトマスクを介して表裏の露光をおこなった。露光は150 mJ/cm^2 で行われ、140 $^{\circ}\text{C}$ 、15min熱処理後、35 $^{\circ}\text{C}$ 、1wt%の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像した(図1C)。

さらに二次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を50 $^{\circ}\text{C}$ 、0.3MPaにてスプレーエッチングして、貫通する孔5をえた(図1D参照)。その

後、レジストを剥膜し、深さ D_1 が $250\text{ }\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の短径 W_1S が $210\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_1L が $750\text{ }\mu\text{m}$ の大凹部と、その中に深さ D_2 が $250\text{ }\mu\text{m}$ 、大凹部表面での開口の短径 W_2S が $210\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_2L が $270\text{ }\mu\text{m}$ の2つの凹部を有する金属フォトエッチング製品6が作製できた(図1E)。

- 5 なお、金属フォトエッチング製品の $D_1 + D_2 = \text{板厚}D$ は、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.4 \times D < W_1S < D$ は、 $120 < 210 < 300\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.2 \times D < W_2S < 0.8 \times D$ は、 $60 < 210 < 240\text{ }\mu\text{m}$ であった。

<実施例5>

- 図2Aから図2Eは、本実施例5の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み $500\text{ }\mu\text{m}$ の鉄系の金属材料基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジストのPMER P-RH300PM(東京応化工業製)を膜厚 $10\text{ }\mu\text{m}$ で両面コーティングした。次いで、ピッチ $1800 \times 560\text{ }\mu\text{m}$ で $1080 \times 400\text{ }\mu\text{m}$ の(大凹部用)スロットパターンと $200 \times 400\text{ }\mu\text{m}$ の(小凹部用)スロットパターンが開孔された第一のフォトマスクを介して表面に紫外線を露光した。次いで、アルカリ水溶液のスプレー現像で、第一のフォトマスクと同寸法の一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジスト2のパターンを形成した(図2A)。

- 一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3MPa にてサイドエッチングが $30\text{ }\mu\text{m}$ 進行するまでスプレーエッチングして、一次エッチング後のハーフエッチング部3が形成された(図2B)。その後、水洗後 60°C 、 $3\text{wt}\%$ の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストを剥膜した。

- 次いで、ポジ型電着フォトレジスト4(ゾンネEDUV P-500、関西ペイント製)を膜厚 $8\text{ }\mu\text{m}$ でコーティングした。次いでピッチ $1800 \times 560\text{ }\mu\text{m}$ で $250 \times 450\text{ }\mu\text{m}$ のスロットパターンが開孔された遮光部を有する第二のフォトマスクを介して露光をおこなった。露光は $150\text{mJ}/\text{cm}^2$ で行われ、 140°C 、 15min 熱処理後、 35°C 、 $1\text{wt}\%$ の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像することにより、小さな凹部内のレジストに開口部7を形成した(図2C)。

さらに二次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3 MPa にてスプレーエッチングして、エッチング部分8をえた(図2D参照)。その後、レジストを剥膜し、深さ D_1 が $300\text{ }\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の短径 W_1S が $460\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_1L が $1140\text{ }\mu\text{m}$ の大凹部と、深さ D_2 が $240\text{ }\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の短径 W_2S が $260\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_2L が $460\text{ }\mu\text{m}$ の小凹部を有する金属フォトエッチング製品9が作製できた(図2E)。

なお、金属フォトエッチング製品の D は、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.5 \times W_1S < D_1 < D$ は、 $260 < 300 < 500\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.5 \times W_2S < D_2 < D$ は、 $130 < 240 < 500$ 、 $1.7 \times W_2S < W_1S < 5 \times W_2S$ は、 $442 < 460 < 1300\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.5 \times D_2 < D_1 < 1.5 \times D_2$ は、 $120 < 300 < 360\text{ }\mu\text{m}$ であった。

<実施例6>

図3Aから図3Eは、本実施例6の製造方法の工程を断面で示す概略説明図である。厚み $500\text{ }\mu\text{m}$ の鉄系の金属材料基板1をアルカリ脱脂し、ポジ型フォトレジストのPMER P-RH300PM(東京応化工業製)を膜厚 $10\text{ }\mu\text{m}$ で両面コーティングした。次いで、ピッチ $770 \times 270\text{ }\mu\text{m}$ で $510 \times 180\text{ }\mu\text{m}$ の(大凹部用)スロットパターンと $80 \times 180\text{ }\mu\text{m}$ の(小凹部用)スロットパターンが開孔された第一のフォトマスクを介して表面に紫外線を露光した。次いで、アルカリ水溶液のスプレー現像で、第一のフォトマスクと同寸法の一次エッチング工程のためのポジ型フォトレジスト2のパターンを形成した(図3A)。

一次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3 MPa にてサイドエッチングが $20\text{ }\mu\text{m}$ 進行するまでスプレーエッチングして、一次エッチング後のハーフエッチング部3が形成された(図3B)。その後、水洗後 60°C 、 $3\text{ wt}\%$ の苛性ソーダ水溶液に浸漬し、ポジ型フォトレジストを剥膜した。

次いで、ポジ型電着フォトレジスト4(ゾンネEDUV P-500、関西ペイント製)を膜厚 $8\text{ }\mu\text{m}$ でコーティングした。次いでピッチ $770 \times 270\text{ }\mu\text{m}$ で $110 \times 210\text{ }\mu\text{m}$ のスロットパターンが開孔された遮光部を有する第二のフ

5 オトマスクを介して露光をおこなった。露光は $150\text{ mJ}/\text{cm}^2$ で行われ、 140°C 、 15 min 熱処理後、 35°C 、 $1\text{ wt}\%$ の炭酸ソーダ水溶液でスプレー現像することにより、大きな凹部内のレジストに開口部7を形成した（図3C）。

5 さらに二次エッチング工程として、塩化第二鉄エッチング液を 50°C 、 0.3 MPa にてスプレーエッチングして、エッチング部分8をえた（図3D参照）。その後、レジストを剥膜し、深さ D_1 が $170\text{ }\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の短径 W_1S が $220\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_1L が $550\text{ }\mu\text{m}$ の大凹部と、深さ D_2 が $110\text{ }\mu\text{m}$ 、金属表面での開口の短径 W_2S が $120\text{ }\mu\text{m}$ 、長径 W_2L が $220\text{ }\mu\text{m}$ の小凹部を有する金属フォトエッチング製品9が作製できた（図3E）。

10 なお、金属フォトエッチング製品の D は、 $500\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.5 \times W_1S < D_1 < D$ は、 $110 < 170 < 300$ 、 $0.5 \times W_2S < D_2 \leq D$ は、 $60 < 110 < 300\text{ }\mu\text{m}$ 、 $W_2S < W_1S < 2.0 \times W_2S$ は、 $120 < 220 < 240\text{ }\mu\text{m}$ 、 $0.2 \times D_1 < W_2S < 0.8 \times D_1$ は、 $34 < 120 < 136$ であった。

15

産業上の利用可能性

20 本発明によれば、サイドエッチングの進行を防止して、選択的に深度方向（深層方向）へエッチングする異方性エッチング、すなわちくりかえして電着フォトレジストをコートする工程を含む多段エッチング、によって行うことができ、精度良く設計通りに飛躍的な高エッチングファクターが得られる。板厚の厚い金属材料への深いエッチングが可能になり、今まで不可能であった高アスペクト比かつファインピッチなエッチング形状を有する、高アスペクト比、かつ高精細かつ異形の断面形状を有する金属パターンを有する金属エッチング製品を提供でき

25 る。

請 求 の 範 囲

1. 面内に少なくとも一つの短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部を有し、前記大凹部の少なくとも一つが、その中に一つ以上の凹部を有し、最も小さい小孔の短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 であるとき、
 $D_1 + D_2 = \text{板厚} D$ 、及び $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、
 $0.4 \times D < W_1 S < D$ 、 $0.2 \times D < W_2 S < 0.8 \times D$ である、寸法を有する金属フォトエッチング製品。
2. 面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 S$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部と、の組み合わせを有し、
 $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、
 $0.5 \times W_1 S < D_1 < D$ 、 $0.5 \times W_2 S < D_2 < D$ 、 $1.7 \times W_2 S < W_1 S < 5 \times W_2 S$ 、 $0.5 \times D_2 < D_1 < 1.5 \times D_2$ である寸法を有する金属フォトエッチング製品。
3. 面内に少なくとも一つの、短径 $W_1 s$ 、長径 $W_1 L$ 、深さ D_1 の大凹部と、短径 $W_2 S$ 、長径 $W_2 L$ 、深さ D_2 の小凹部との組み合わせを有し、
 $0.02 \text{ mm} \leq D \leq 2 \text{ mm}$ であって、
 $0.5 \times W_1 S < D_1 \leq D$ 、 $0.5 \times W_2 S < D_2 \leq D$ 、 $W_2 S < W_1 S < 2.0 \times W_2 S$ 、 $0.2 \times D_1 < W_2 S < 0.8 \times D_1$ である寸法を有する金属フォトエッチング製品。
4. 加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、一次エッチングによる側壁に膜厚方向に続く、電着レジストを用いた一回以上のエッチングによって形成される、少なくとも一つの側壁を有する、一次エッチングによる凹部とは異なる形状の、二次以降のエッチングによる凹部を有する形状の金属パターンを有する、加工部を有する金属フォトエッチング製品。

5. 加工部が金属層の表層側に一次エッチングによる側壁を有し、一次エッチングによる側壁に膜厚方向に続く、さらに電着レジストを用いた一回以上のエッチングによって形成される、少なくとも一つの側壁を有する、複雑な立体形状の金属パターンを有し、金属パターンの開孔部のエッチングファクターが2.6以上である、加工部を有する金属フォトエッチング製品。
6. 金属基板を用意して、少なくとも一部にフォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像によりフォトレジスト層に一つ以上の開口部を設ける工程と、一次エッチングを行い前記開口部に対応する凹部を形成する工程とを含み、
- 10 電着フォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により、少なくとも一つの凹部内にある電着フォトレジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、を含む金属フォトエッチング製品の製造方法。
7. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、
- 15 さらに、上記電着フォトレジスト層を設ける工程と、少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程とを、複数回さらに繰り返す。
8. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、前記少なくとも一部が、金属基板の片面及び両面のどちらか一つであり、電着フォトレジストがポジ型フォトレジストである。
- 20 9. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、一次エッチングのあとに、フォトレジスト層を排除する工程を含む。
- 25 10. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、次数が上がるほど露光によって設けられる開口部が小さくなる。
11. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、金属基板を用意して、両面にフォトレジスト層を設ける工程と、露光と現像により上面

のフォトリジスト層に一つ以上の大きな開口部を設け、裏面のフォトリジスト層に大きな開口部の位置に対応する一つ以上の小さな開口部を設ける工程と、一次エッチングを行い前記開口部に対応する凹部を形成する工程とを含み、
電着フォトリジスト層を設ける工程と、露光と現像により、少なくとも一つの凹部内の、電着フォトリジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、上記3つの工程を繰り返し、表と裏に貫通した穴を得る工程を含む。

1 2. 請求項6に記載の金属フォトエッチング製品の製造方法であって、金属基板を用意して、片面にフォトリジスト層を設ける工程と、露光と現像によりフォトリジスト層に一つ以上の大きな開口部と小さな開口部を設ける工程と、一次エッチングを行って凹部を形成する工程とを含み、
電着フォトリジスト層を設ける工程と、露光と現像により、大きな凹部と小さな凹部の少なくとも一つの凹部内の電着フォトリジスト層に少なくとも一つの開口部を設ける工程と、二次エッチングを行う工程と、上記3つの工程を繰り返す工程を含む。

1 3. 金属表面にフォトリジストをコートし、第一のフォトマスクを用い露光、現像し開孔部パターンの開孔したフォトリジストを形成し一次エッチングを行い、一次エッチングで使用したフォトリジストを剥膜後、電着レジストを全面コートし、前次エッチングで製造した一次エッチング孔と第一のフォトマスクとは異なるパターンを有する第二のフォトマスクの位置合わせを行い、次いで平行光源で露光、現像、エッチングすることで、エッチングファクターが2.6以上である開孔寸法に対して孔深いエッチング形状を有すること特徴とする複雑な立体形状を有する金属フォトエッチング製品の製造方法。

This Page Blank (uspto)

1/12

図1A

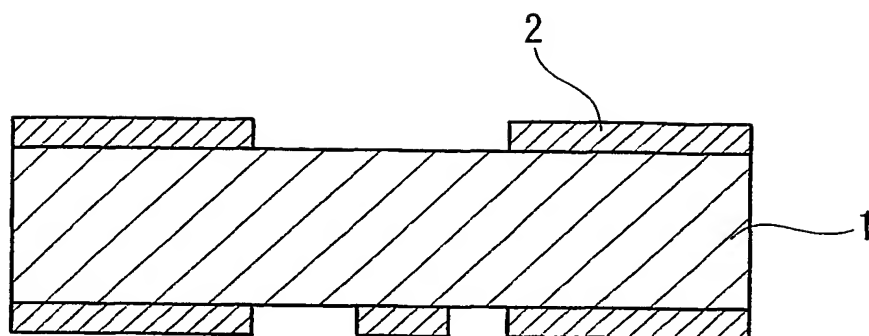


図1B

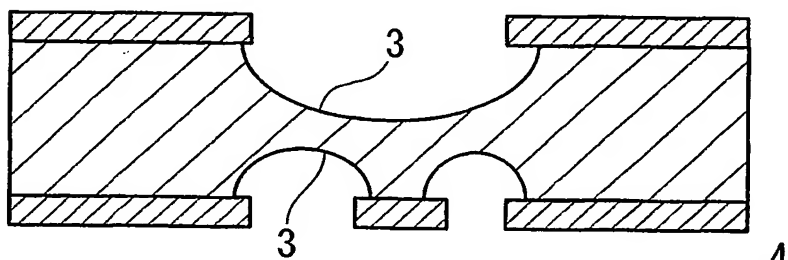


図1C

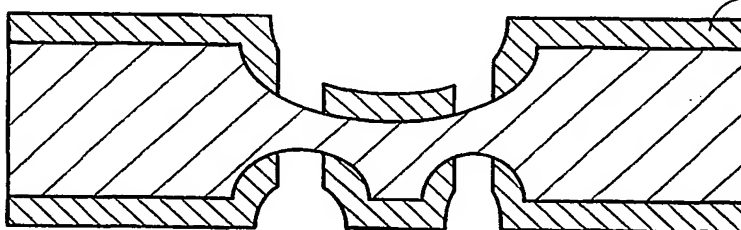


図1D

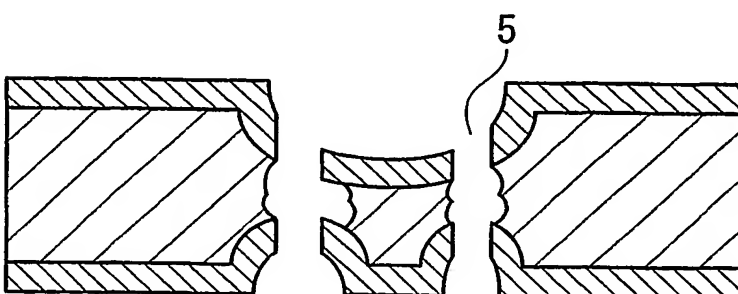
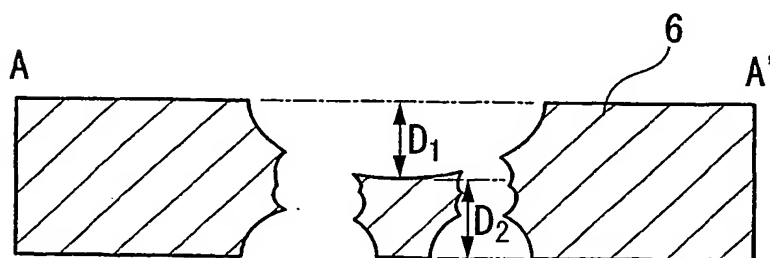


図1E



This Page Blank (uspto)

図1F

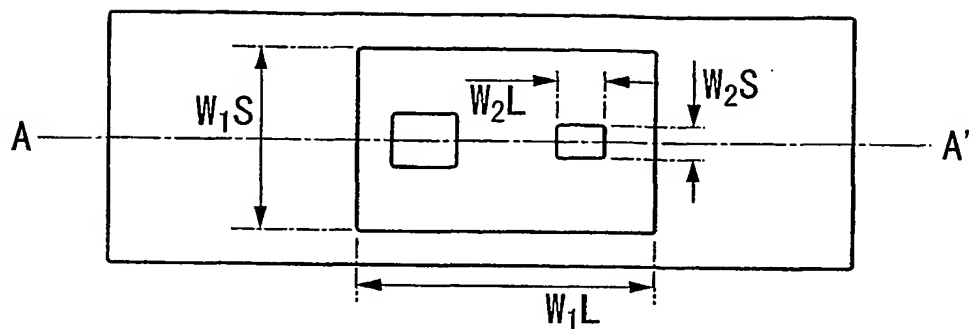


図2A

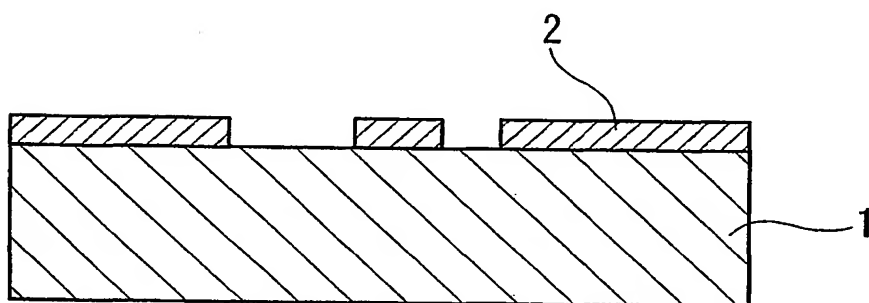


図2B

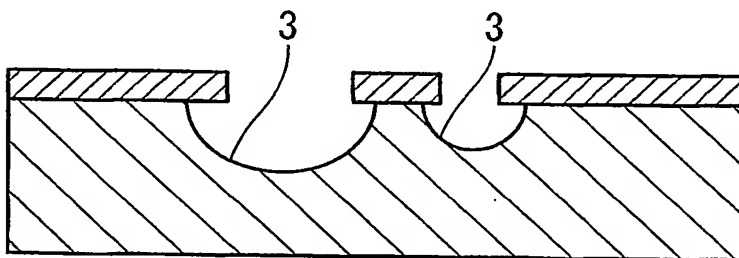
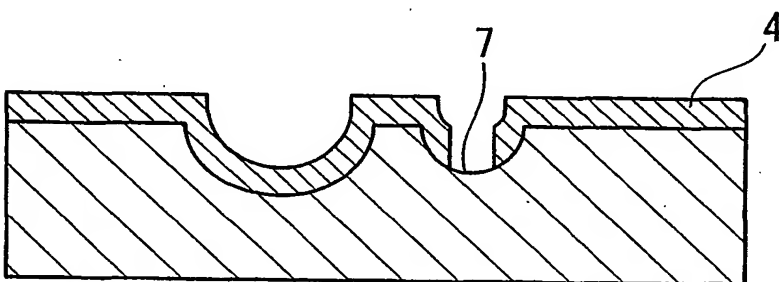


図2C



This Page Blank (uspto)

3/12

図2D

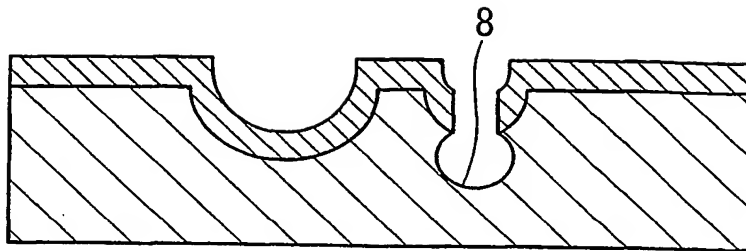


図2E

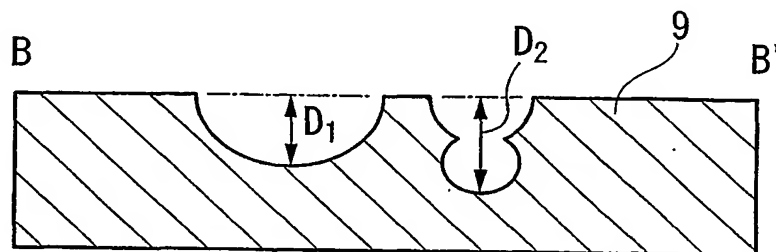


図2F

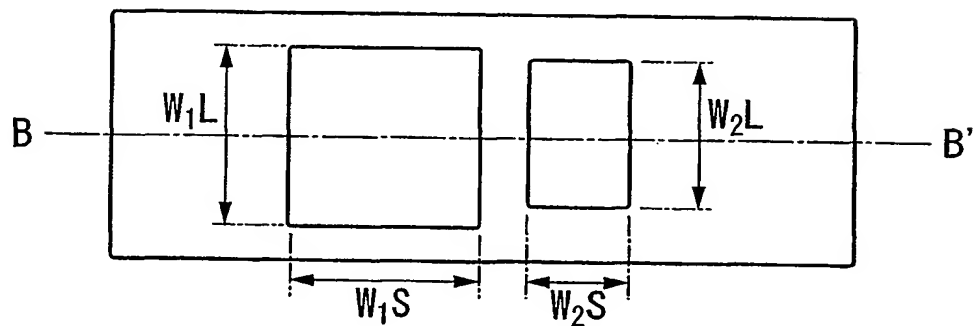


図3A

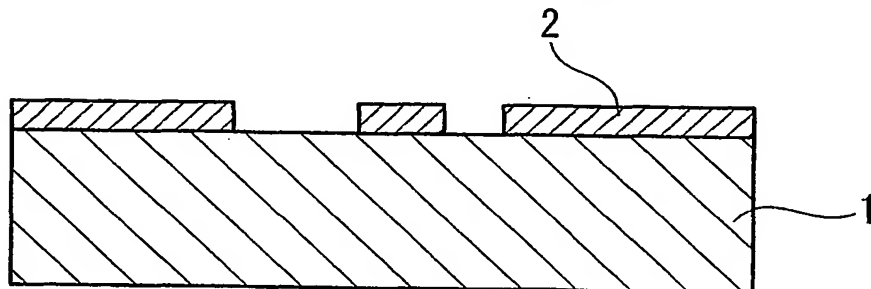
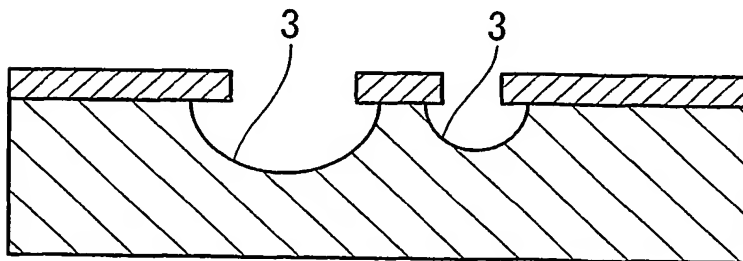


図3B



This Page Blank (uspto)

4/12

図3C

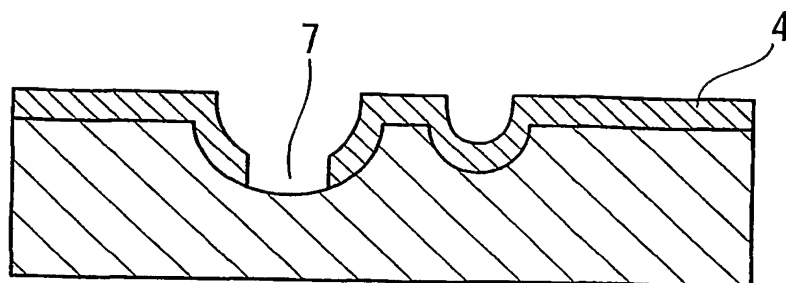


図3D

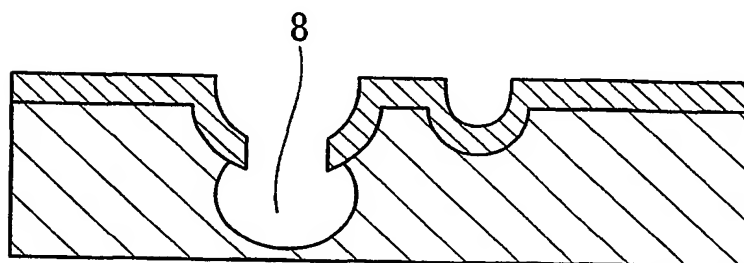


図3E

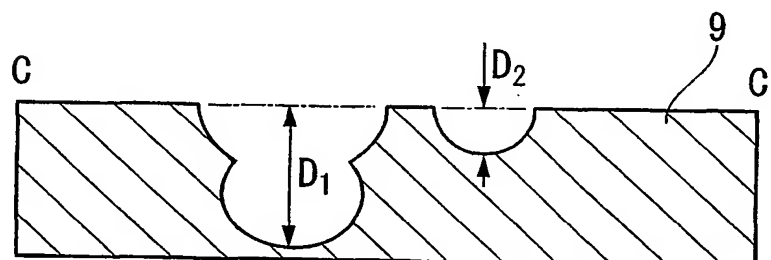
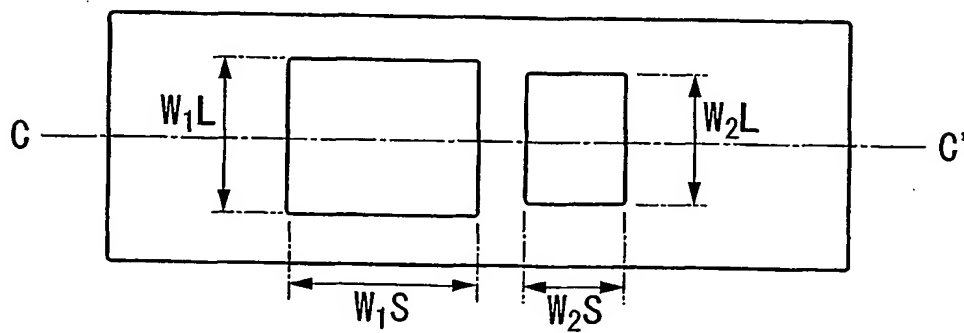


図3F



This Page Blank (uspto)

5/12

図4A

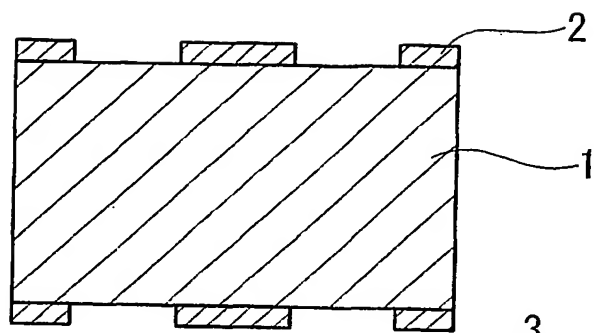


図4B

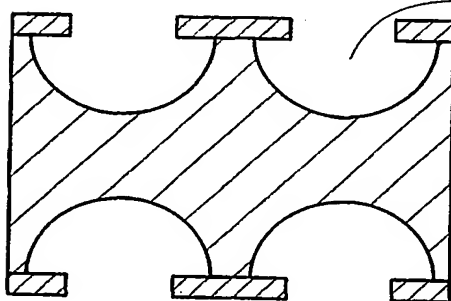


図4C

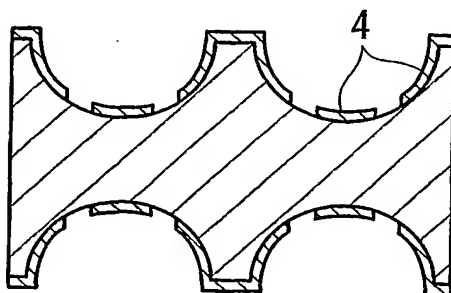


図4D

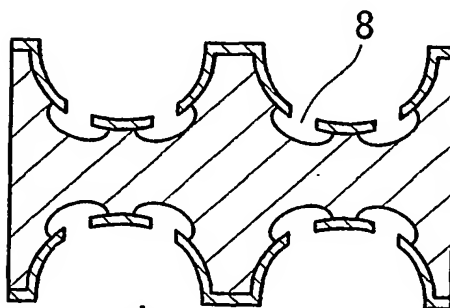
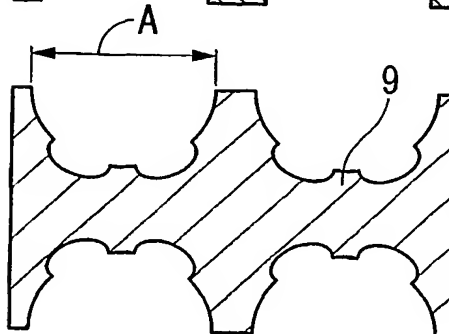


図4E



This Page Blank (uspto)

6/12

図5A

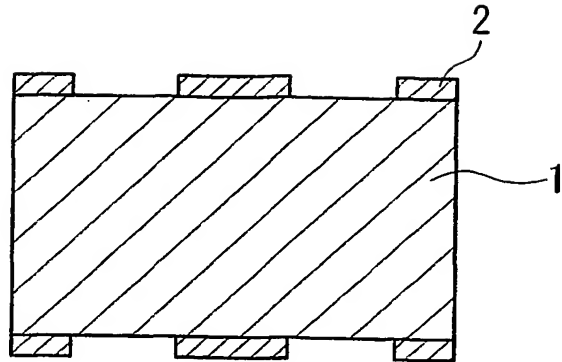


図5B

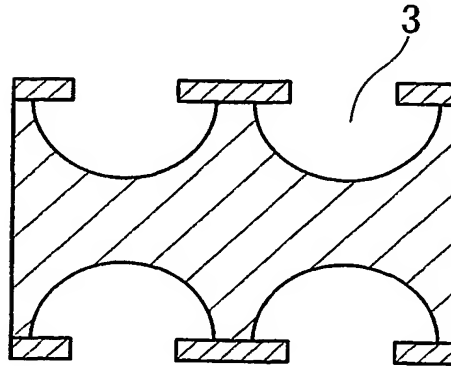
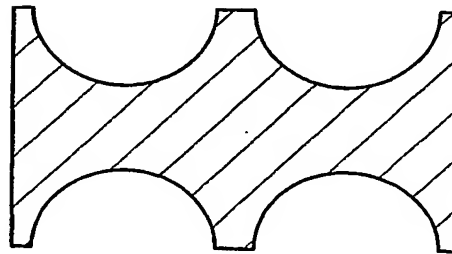


図5C



This Page Blank (uspto)

7/12

図6A

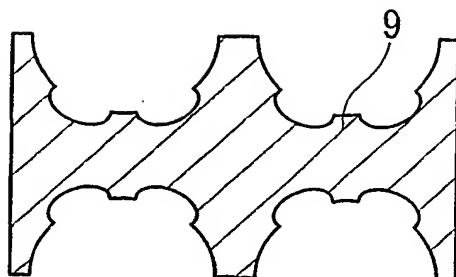


図6B

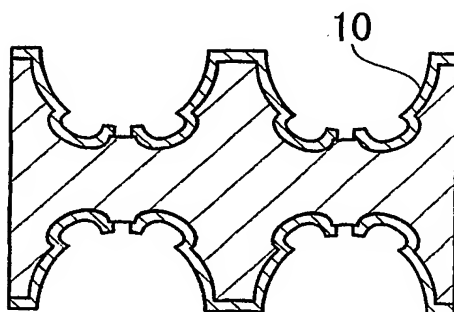


図6C

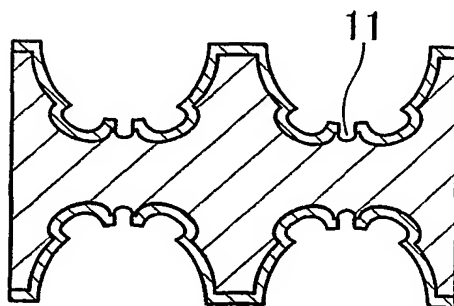
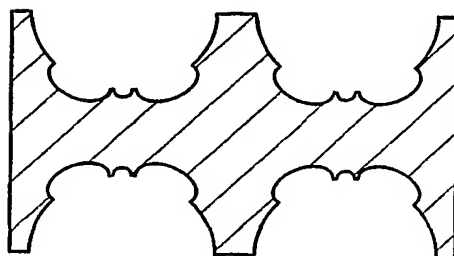


図6D



This Page Blank (uspto)

8/12

図7A

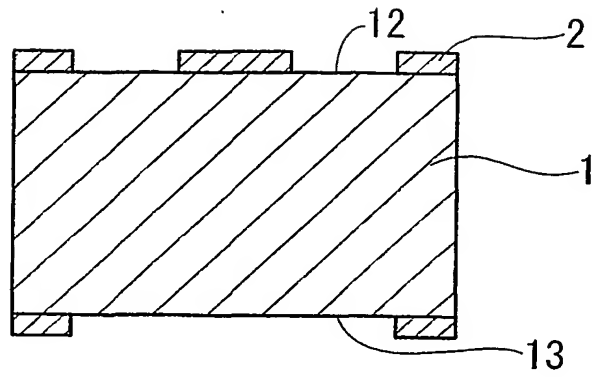


図7B

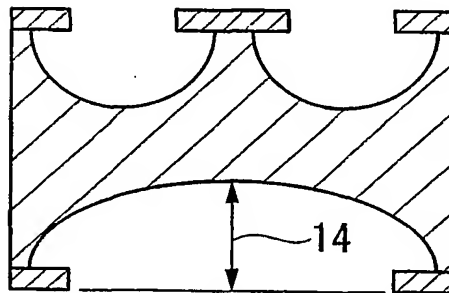


図7C

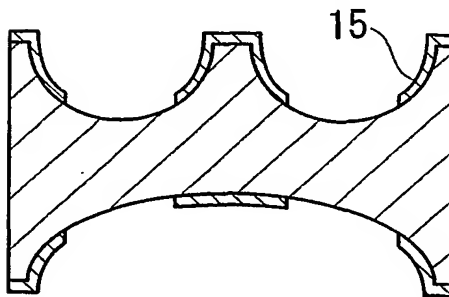


図7D

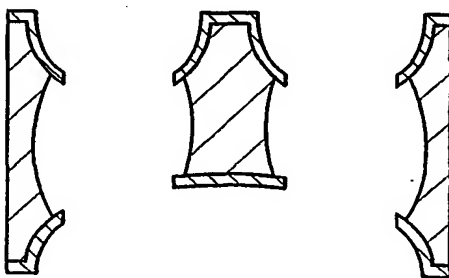
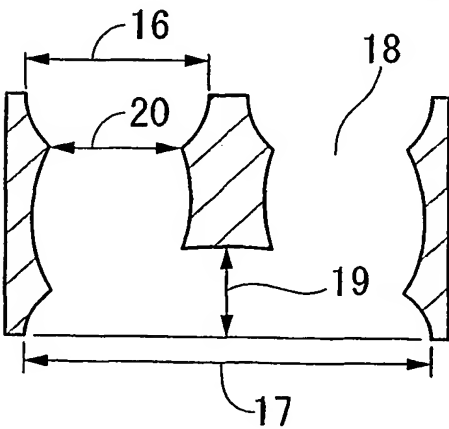


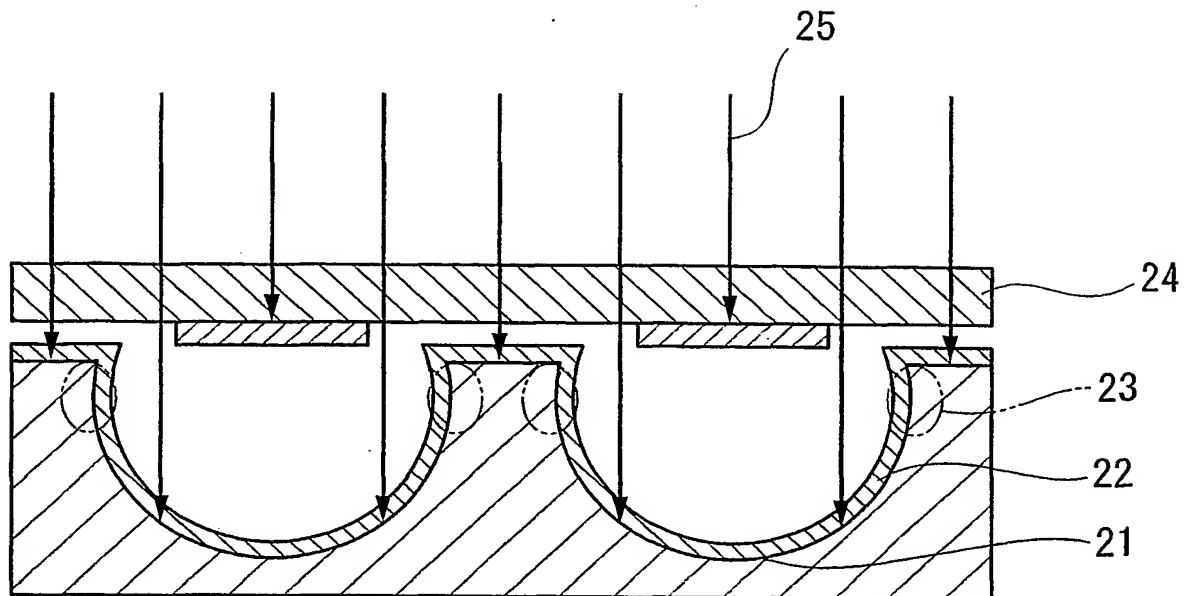
図7E



This Page Blank (uspto)

9/12

図8



This Page Blank (uspto)

図9A

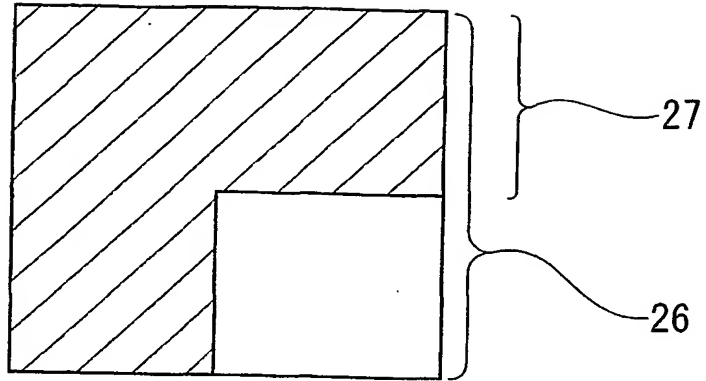


図9B

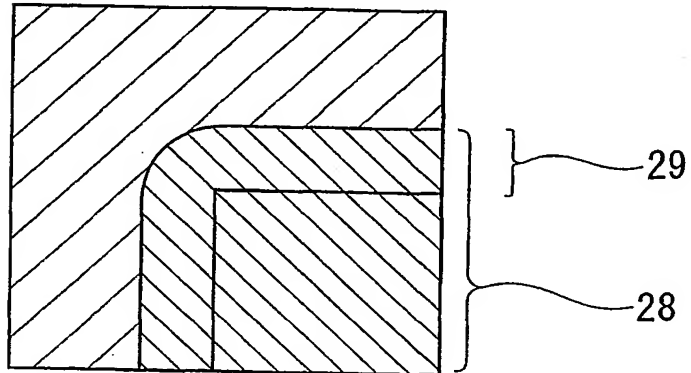


図9C

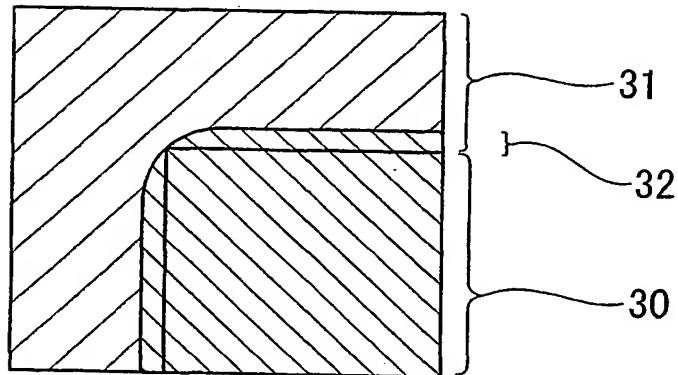
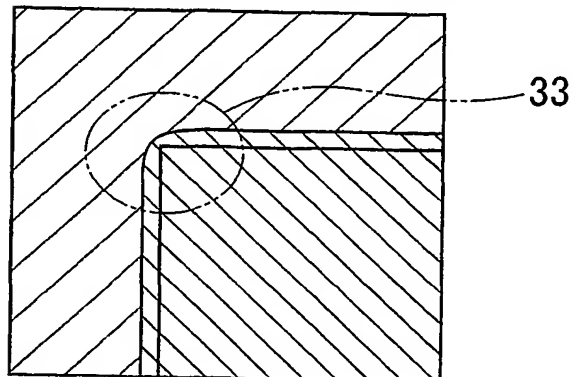


図9D



This Page Blank (duplo)

11/12

図10A

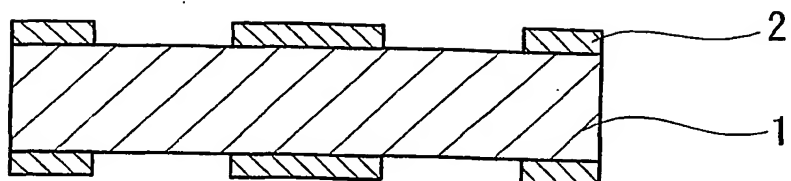


図10B

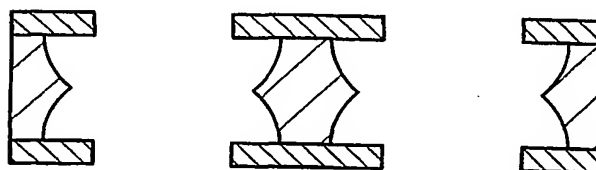


図10C

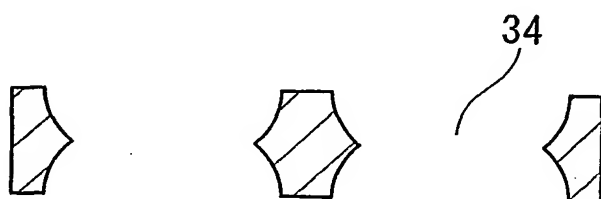
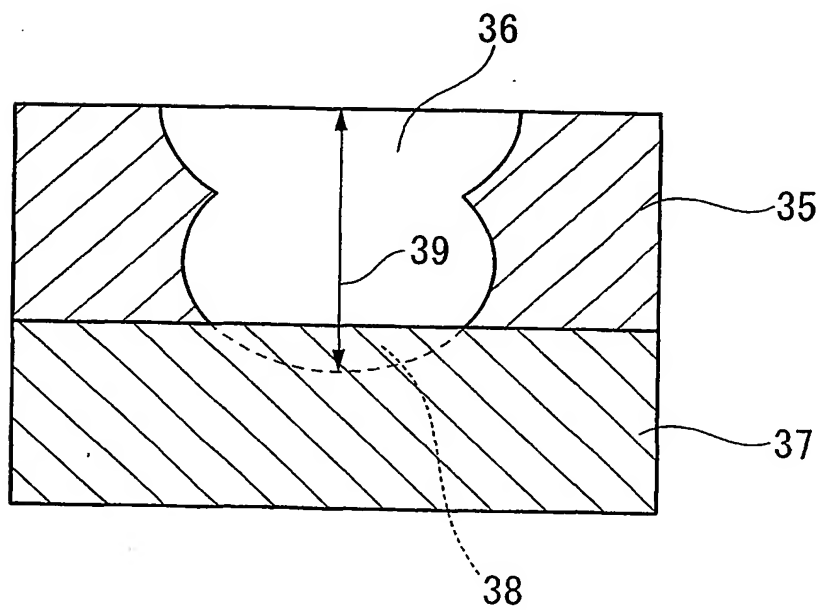


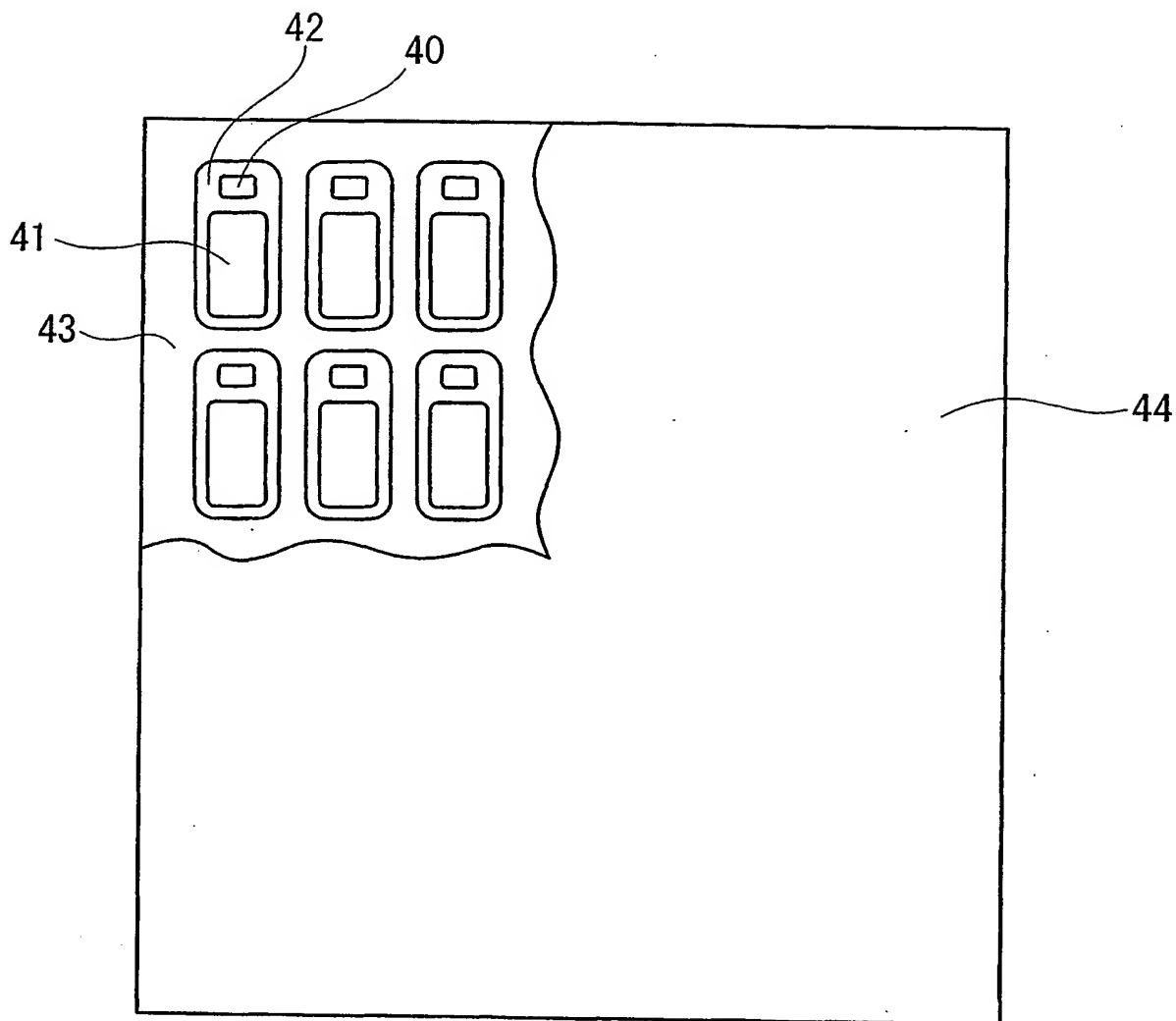
図11



This Page Blank (uspto)

12/12

図12



This Page Blank (uspto)